

РСТ

ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
Международное бюроМЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ
С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(51) Международная классификация изобретения ⁵ : H01F 1/053, C22C 38/00	A1	(11) Номер международной публикации: WO 93/20567 (43) Дата международной публикации: 14 октября 1993 (14.10.93)
(21) Номер международной заявки: РСТ/RU92/00065 (22) Дата международной подачи: 2 апреля 1992 (02.04.92) (71) Заявитель: ТОВАРИЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «МАГРАН» [RU/RU]; Москва 103006, ул. Каретный Ряд, д. 5/10 (RU) [TOVARISHESTVO S OGRANICHENNOI OTVETSTVENNOSTJU «MAGRAN», Moscow (RU)]. (72) Изобретатели: КУЛАКОВ Николай Николаевич [RU/RU]; Москва 121351, ул. Ивана Франко, д. 40, корп. 1, кв. 238 (RU) [KULAKOV, Nikolai Nikolaevich, Moscow (RU)]. ПОЛИКАРПОВ Николай Иосифович [RU/RU]; Дзержинский 140056, Московская обл., ул. Томилинская, д. 18, кв. 172 (RU) [POLIKARPOV, Nikolai Iosifovich, Dzerzhinsky (RU)]. МУСАТОВ Лев Николаевич [RU/RU]; Москва 127572, ул. Абрамцевская, д. 166, кв. 232 (RU) [MUSATOV, Lev Nikolaevich, Moscow (RU)].		(74) Агент: ВСЕСОЮЗНЫЙ ЦЕНТР ПАТЕНТНЫХ УСЛУГ «ПАТИС»; Москва 117279, ул. Миклухо-Маклая, д. 55а (RU) [ALL-UNION CENTRE OF PATENT SERVICES «PATIS», Moscow (RU)]. (81) Указанные государства: DE, GB, JP, RU. Опубликована С отчетом о международном поиске.
(54) Title: PERMANENT MAGNET (54) Название изобретения: ПОСТОЯННЫЙ МАГНИТ (57) Abstract <p>A permanent magnet comprises at least one of the rare-earth metals including yttrium, as well as boron, nitrogen, oxygen and iron. The magnet further comprises hydrogen. The ratio of the components in percent by <u>weight</u> is the following: rare-earth metal including yttrium 8.0-42.0; boron 0.7-10.0; <u>nitrogen 0.003-5.0</u>; oxygen 0.01-2.0; <u>hydrogen 0.001-1.0</u>; iron the balance. The magnet further comprises at least one of the metals of groups III, IV, and α-elements at a quantity of no more than 20.0 % by weight of the content of iron and may contain lithium at 0.2-20.0 % by weight of the content of boron.</p> <p style="text-align: center;">O₂ 0.01-2.0 100-20,000 ppm N₂ 0.003-5 30-50,000 ppm H₂ 0.001-1.0 10-10,000 ppm Rare earth 8 to 42 wt %</p>		

Постоянный магнит содержит по меньшей мере один из редкоземельных металлов, включая иттрий, а также бор, азот, кислород и железо. Магнит содержит также водород. Соотношение компонентов следующие в мас. %:

редкоземельный металл,	
включая иттрий	8,0-42,0
бор	0,7-10,0
азот	0,003-5,0
кислород	0,01-2,0
водород	0,001-1,0
железо	остальное.

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Коды, используемые для обозначения стран-членов РСТ на титульных листах брошюр, в которых публикуются международные заявки в соответствии с РСТ.

AT	Австрия	FR	Франция	MW	Малави
AU	Австралия	GA	Габон	NL	Нидерланды
BB	Барбадос	GB	Великобритания	NO	Норвегия
BE	Бельгия	GN	Гвинея	NZ	Новая Зеландия
BF	Буркина Фасо	GR	Греция	PL	Польша
BG	Болгария	HU	Венгрия	PT	Португалия
BJ	Бенин	IE	Ирландия	RO	Румыния
BR	Бразилия	IT	Италия	RU	Российская Федерация
CA	Канада	JP	Япония	SD	Судан
CF	Центральноафриканская Республика	KP	Корейская Народно-Демократическая Республика	SE	Швеция
CG	Конго	KR	Корейская Республика	SK	Словацкая Республика
CH	Швейцария	KZ	Казахстан	SN	Сенегал
CI	Кот д'Ивуар	LI	Лихтенштейн	SU	Советский Союз
CM	Камерун	LK	Шри Ланка	TD	Чад
CS	Чехословакия	LU	Люксембург	TG	Того
CZ	Чешская Республика	MC	Монако	UA	Украина
DE	Германия	MG	Мадагаскар	US	Соединённые Штаты Америки
DK	Дания	ML	Мали	VN	Вьетнам
ES	Испания	MN	Монголия		
FI	Финляндия	MR	Мавритания		

ПОСТОЯННЫЙ МАГНИТ

Область техники

Настоящее изобретение относится к области металлургии, и более точно - к постоянным магнитам.

5 Предшествующий уровень техники

Постоянные магниты широко используются в различных областях техники, в частности электромашиностроении, электрон-
10 ной технике, радиотехнике, приборостроении, робототех-
нике, вычислительной технике, в автоматических устройствах
и системах управления.

В технике важное значение имеет чувствительность при-
боров, их надежность, точность, ресурс, вес, габариты. Эти
потребительские качества характеризуются величиной постоян-
ного магнитного поля, создаваемого постоянным магнитом,
15 его формой и временем, в течение которого магнит сохраня-
ет свои свойства. В связи с этими основными требованиями,
предъявляемыми к магнитам является то, что они должны обла-
дать довольно высокими параметрами, характеризующими маг-
нитное поле (коэрцитивная сила, остаточная индукция, маг-
20 нитная энергия).

Большое значение имеет также коррозионная стойкость
магнита.

Особое место занимает проблема обработки магнитного
материала, что связано с его хрупкостью. В зависимости
25 от назначения постоянные магниты должны иметь определенную
форму и размеры (от долей миллиметров до десятков санти-
метров). Из-за хрупкости материала изготовление постоянных
магнитов небольших размеров требует применения сложной и
трудоемкой технологии, что приводит к удорожанию магнитов.

30 Известен ряд постоянных магнитов. Как правило, в сос-
тав таких магнитов входят железо, бор и редкоземельные
металлы, например, диспрозий, тербий, гадолиний, гольмий,
эрбий, тулий, неодим, празеодим, включая иттрий, которые
могут входить индивидуально или в любом сочетании друг с
35 другом. В ряде случаев в состав постоянных магнитов вхо-

- 2 -

дят кобальт, титан, цирконий, гафний, хром, марганец, никель, тантал, германий, олово, свинец, висмут, молибден, ниобий, алюминий, ванадий, вольфрам (ЕР, В, ОI34304, J P, A, 59-163803, 60-31208). Такие постоянные магниты обеспечивают магнитные свойства, достигающие следующих значений:

5 максимальная магнитная энергия $(BH)_{\max}$ до 30,5 МГОе, остаточная индукция B_r 11 кГ, коэрцитивная сила 6,7 кОе. Такой уровень свойств является недостаточным, поэтому для увеличения параметров магнитного поля необходимо прибегать к

10 увеличению габаритных размеров магнита. Последнее отрицательно сказывается на общих размерах устройств и приборов, содержащих магниты.

Коррозионная стойкость упомянутых магнитов также недостаточно высока. Степень покрытия поверхности ржавчиной

15 таких магнитов при температуре 60°C за 1000 часов при 96%-ой влажности составляет 100%.

Кроме того, известные магниты имеют повышенную хрупкость, в связи с чем изготовление магнитов сложной формы и небольших размеров требует трудоемкой и дорогостоящей

20 технологии их обработки.

Известен еще один постоянный магнит, представляющий собой спеченный сплав следующего состава в мас. %:

10,0-40,0 R, где R - по меньшей мере один из редкоземельных металлов, включая иттрий, 0,8-1,1 бора и остальное

25 -железо. В состав может быть также введен: 1,0-20,0 кобальта, 0,4-2,0 алюминия, 0,005-0,03 кислорода.

Кроме того, меньше чем 80,0 ат. % бора может быть заменено углеродом, азотом, кремнием, фосфором или германием (ЕР, В, О I97712).

30 Магнитные свойства этого магнита имеют следующие значения: максимальная магнитная энергия $(BH)_{\max}$ до 38 МГОе, коэрцитивная сила (H_c) 8 кОе, остаточная индукция (B_r) 11,8 кГ.

Таким образом, этот постоянный магнит имеет также недостаточно высокие магнитные свойства. Кроме того, у него низкая коррозионная стойкость и он плохо обрабатывается механическим путем, например точением.

35

- 3 -

Раскрытие изобретения

В основу изобретения положена задача создать такой постоянный магнит, который обладал бы достаточно высокими магнитными свойствами, повышенной коррозионной стойкостью, легко подвергался обработке и был бы экономически выгоден.

Эта задача решается тем, что предлагается такой постоянный магнит, включающий по меньшей мере один редкоземельный металл, включая иттрий, а также бор, азот, кислород и железо, в котором, согласно изобретению, он содержит также водород при следующем соотношении компонентов в мас. %:

	редкоземельный металл,	
	включая иттрий	8,0-42,0
	бор	0,7-10,0
15	азот	0,003-5,0
	кислород	0,01-2,0
	водород	0,001-1,0
	железо	остальное.

Известно использование кислорода и азота в составах постоянных магнитов, включающих редкоземельные металлы, иттрий, железо. Они вводились с целью частичной замены дорогостоящих элементов, например бора, и их присутствие в известных составах не влияло на улучшение физико-химических и других свойств магнитов.

На основании этого следовало бы ожидать, что и введение водорода в такие составы не приведет к улучшению свойств магнита. Однако при введении водорода, в количестве 0,001-1,0 мас. %, а также кислорода и азота в указанных количествах в композицию предлагаемого состава неожиданно значительно усилились магнитные свойства постоянного магнита, его коррозионная стойкость и пластичность. Это связано с тем, что при подборе таких компонентов в указанных количествах образуются комплексные химические соединения в виде гидридов, нитридов и оксидов элементов, входящих в состав материала, что в свою очередь обеспечивает образование стабильных фаз сложного состава.

- 4 -

Кроме того, образующийся при приготовлении расплава атомарный водород создает сильный модифицирующий эффект. Следует также обратить внимание, что гидридные соединения образуют сплав внедрения, обеспечивая при этом рост магнит-
5 ных свойств, повышение пластичности и улучшение коррозионной стойкости.

Присутствие гидридных, нитридных и оксидных соединений приводит к задержке образования зародышей переметалличивания вблизи границ зерен, что обеспечивает рост коэрцитивной силы.
10

Наличие водорода в сплаве, кроме всего прочего, позволяет также уменьшить количество примесей и их вредное влияние, что приводит к повышению коррозионной стойкости.

Содержание водорода свыше 1,0 мас.% в магните приводит к ухудшению его свойства, а именно снижается пластичность магнита, появляется охрупчиваемость, снижается коэрцитивная сила из-за наличия излишнего количества гидридных фаз.
15

Как указывалось выше, нижний предел по содержанию водорода в составе постоянного магнита составляет 0,001 мас.%. При этом количестве водорода уже начинает увеличиваться пластичность сплава и повышаться коэрцитивная сила магнита.
20

Содержание азота в магните менее 0,003 мас.% не обеспечивает достаточного количества нитридных соединений и центров кристаллизации; приводит к ослаблению магнитных свойств. Введение азота более 5,0 мас.% в составе магнита приводит к образованию излишнего количества нитридных соединений, которые вызывают снижение пластичности, ухудшение механических свойств материала и понижение магнитных свойств.
25
30

Содержание кислорода в материале менее 0,01 мас.% также вызывает снижение магнитных и пластических свойств. Содержание кислорода более 2,0 мас.% приводит к ослаблению магнитных свойств из-за излишнего количества оксидных соединений.
35

Диффузионные процессы, происходящие в процессе приготовления магнита в присутствии гидридных, нитридных и

- 5 -

оксидных соединений, приводят не только к повышению магнитных характеристик и коррозионной стойкости, но и к способности материала лучше обрабатываться, например, механическим и другими способами - точением, резанием.

5 Как указывалось выше, в состав постоянного магнита могут входить редкоземельные металлы. Такими металлами могут быть например неодим, празеодим, лантан, церий, тербий, диспрозий, гольмий, европий, эрбий, самарий, гадолиний, прометий, тулий, иттербий и лютеций. Они могут
10 входить индивидуально, что также относится и к иттрию, или в любом сочетании друг с другом или с иттрием. Выбранное количество редкоземельных металлов, включая иттрий, в сочетании с выбранным количеством водорода, кислорода и азота, обеспечивают высокий уровень магнит-
15 ных свойств постоянного магнита (максимальную магнитную энергию, остаточную индукцию). Уменьшение их количеств ниже нижнего предела приводит к снижению коэрцитивной силы постоянного магнита, а при увеличении количества более 42,0 мас.% имеет место снижение остаточной индукции
20 и максимальной магнитной энергии.

 Выбранное количество бора в составе постоянного магнита является оптимальным. Уменьшение и увеличение его количества по отношению к указанному пределу (0,7-10,0) также приводит к снижению коэрцитивной силы
25 и снижению остаточной индукции соответственно.

 С целью получения постоянного магнита с более высокими магнитными свойствами рекомендуется в предлагаемом составе магнита часть железа заменить другими металлами. Такими металлами могут быть элементы III группы (алюминий, галлий, индий, таллий), IV группы (кремний, германий, олово, свинец) и d-элементы (скандий, титан, ванадий, хром, марганец, кобальт, никель, медь, цинк, цирконий, ниобий, молибден, технеций, рутений, родий, палладий, серебро, кадмий, гафний, тантал, вольфрам, рений, осмий, иридий). Эти добавки селективно входят в R-фазу, Fe-фа-
30 зу, R-F-фазу образуют гидриды, оксиды и нитриды, что усиливает магнитные свойства, коррозионную стойкость и пластичность магнитов.

- 6 -

Содержание этих добавок необходимо ограничить не более 20 мас.% от содержания железа. Чрезмерное количество добавки приводит к ухудшению магнитных свойств постоянного магнита, в частности, понижению максимальной магнитной энергии.

Добавки кобальта и алюминия усиливают магнитные свойства постоянного магнита. Добавки кобальта, рутения, родия, палладия, рения, осмия и иридия приводят к увеличению температуры Кюри магнита и остаточной индукции. Хром, алюминий и скандий повышают сопротивление коррозии. Титан, молибден, ванадий и скандий способствуют также повышению температуры Кюри и коэрцитивной силы.

С целью еще большего увеличения максимальной магнитной энергии (BH_{max}) рекомендуется в состав постоянного магнита вводить также литий в количестве 0,2-20,0 мас.% от содержания бора.

Предлагаемый постоянный магнит обладает более высокими магнитными свойствами. Его коэрцитивная сила, остаточная индукция, максимальная магнитная энергия составляют порядка 13,7 кОе, 14,7 кГ, 45 М ГОе соответственно.

Магнит обладает хорошей коррозионной стойкостью. Степень покрытия ржавчиной таких магнитов за 1000 часов при 96%-ной влажности и температуре 60°C составляет 9-10%. Он имеет также хорошие пластические свойства. Способность магнита к хорошей обрабатываемости позволяет изготавливать из него изделия с заданной формой, габаритами (от долей миллиметров до десятков сантиметров).

При изготовлении магнита не требуется дефицитного дорогостоящего сырья и применения сложной технологии, что приводит к удешевлению всего процесса в целом.

При использовании предлагаемого магнита обеспечивается высокая чувствительность, надежность, точность приборов при их большом сроке службы. Магниты позволяют снизить вес приборов, уменьшить их габариты из них можно изготавливать магнитные изделия цилиндрической, кольцевой формы с толщиной стенки до долей миллиметра. Все это обеспечивает практически неограниченное применение предлагаемого

- 7 -

постоянного магнита. Их можно использовать например, в электродвигателях постоянного тока, вакуумных магнитных уплотнителях, демпфирующих системах (гашение колебаний), магнитных муфтах, телефонных системах, динамиках, ЭВМ, магнитофонах, видеомагнитофонах. Предлагаемые постоянные магниты можно использовать также в медицинских целях, например, для извлечения посторонних металлических предметов. Миниатюрные постоянные магниты можно применять для стрелок компасов, в механизмах электроизмерительных приборов (тахометры и другие), магнитных датчиках, кинескопах.

Лучший вариант осуществления изобретения

Способ получения постоянного магнита прост в технологическом исполнении и осуществляется следующим образом.

Способ включает следующие традиционные стадии: получение расплава, его распыление и компактирование.

Приготовление расплава осуществляют высокочастотной индукционной плавкой исходных шихтовых материалов. Выплавление осуществляют в корундовом тигле в атмосфере аргона, или гелия, с добавкой водорода. В качестве исходных материалов используют например, электролитическое железо, сплав железо-бор, сплавы редкоземельных металлов с железом, элементарный бор или борсодержащие соединения, чистые редкоземельные металлы, иттрий чистый или сплав железо-иттрий, сплав железо-редкоземельные металлы.

Распыление полученного расплава проводят в закрытой камере в среде аргона, азота с добавкой кислорода.

Полученный гранулированный материал подвергают компактированию в магнитном поле, после чего осуществляют термодобработку компакта в печах сопротивления при температуре 600-1400°C в вакууме или среде инертного газа с последующим быстрым охлаждением.

В случае применения металлов II, IV группы, d-элементов, а также лития их вводят на стадии приготовления расплава. В качестве шихтовых материалов используют легатуры,

- 8 -

содержащие указанные элементы, а также чистые металлы или их сплавы.

для лучшего понимания настоящего изобретения приводятся следующие конкретные примеры.

5 Пример 1

Готовят постоянный магнит следующего состава, в мас. %:

	неодим	42,0
	бор	1,0
10	азот	0,005
	кислород	0,01
	водород	0,001
	железо	56,984.

15 В качестве исходных шихтовых материалов берут 56,984 кг электролитического железа, 42,0 кг неодима, 1 кг бора.

Приготовление расплава осуществляют высокочастотной индукционной плавкой шихты в корундовом тигле в атмосфере аргона с добавкой водорода. Распыление полученного расплава 20 проводят в закрытой камере в среде аргона, азота с добавкой кислорода. Полученный гранулированный материал помещают в форму и подвергают компактированию в магнитном поле в газостате или прессе. Затем компактный материал подвергают термообработке в печи сопротивления при температуре 600-1400°C в вакууме (или в среде инертного газа) 25 с последующим быстрым охлаждением. Полученный магнит имеет следующие характеристики: остаточная индукция 13,0-14,1 к Г, коэрцитивная сила 11,7-13,0 кОе, максимальная магнитная энергия 39,0-43,0 МГОе. Обрабатываемость материала хорошая (без сколов и без закруглений кромки), удлинение около 1%. Коррозионная стойкость - степень покрытия поверхности магнита ржавчиной в условиях 96%-ой влажности при 30 температуре 60°C в течение 1000 часов составляет 9%.

Пример 2

35 Готовят постоянный магнит следующего состава, в мас. %:

- 9 -

	неодим	8,1
	бор	0,72
	азот	1,0
	кислород	1,0
5	водород	0,5
	железо	88,68.

Постоянный магнит изготавливают как указано в примере 1.

- Полученный магнит имеет следующие характеристики,
 10 остаточная индукция $I_3,1-14,2$ в Г, коэрцитивная сила $11,3-11,9$ кОе максимальная магнитная энергия $40,0-42,0$ МГОе,
 при обработке резанием магнит не имеет сколов, трещин, закруглений кромки, степень покрытия поверхности ржав-
 15 чиной 10%.

Пример 3

Готовят постоянный магнит следующего состава, в мас. %:

	неодим	42,0
20	бор	9,8
	азот	5,0
	кислород	2,0
	водород	1,0
	железо	40,2.

- 25 Постоянный магнит изготавливают как указано в примере 1. Постоянный магнит имеет следующие характеристики: остаточная индукция $I_3,3-14,5$ кГ, коэрцитивная сила $11,8-13,7$ кОе, максимальная магнитная энергия $40,0-45,0$ МГОе, При обработке резанием магнит не имеет
 30 сколов, трещин, закруглений кромки, степень покрытия поверхности ржавчиной 10%.

Пример 4

Готовят постоянный магнит следующего состава, в мас. %:

35	иттрий	18,0
	ванадий	10,0
	бор	8,0

- 10 -

азот	0,5
кислород	0,5
водород	0,3
железо	62,7.

- 5 Постоянный магнит изготавливают как указано в примере I.

Полученный магнит имеет следующие характеристики:
остаточная индукция 13,4-14,6 кГ, коэрцитивная сила 11,4-13,1 кОе, максимальная магнитная энергия 41,0-43,0 М ГОе. При обработке резанием магнит не имеет сколов, закруглений кромки, степень покрытия поверхности ржавчиной 9%.

Пример 5

- 15 Готовят постоянный магнит следующего состава, в мас. %:
- | | |
|-------------|--------|
| празеодим | 22,0 |
| диспрозий | 8,0 |
| хром | 5,0 |
| бор | 6,0 |
| азот | 0,01 |
| 20 кислород | 0,9 |
| водород | 0,03 |
| железо | 58,06. |

Постоянный магнит изготавливают как указано в примере I.

- 25 Полученный магнит имеет следующие характеристики:
остаточная индукция 13,2-14,7 кГ, коэрцитивная сила 11,5-13,5 кОе, максимальная магнитная энергия 41,0-44,0 М ГОе. При обработке магнит не имел сколов, трещин, закруглений кромки, степень покрытия поверхности ржавчиной 10%.

Пример 6

Готовят постоянный магнит следующего состава, в мас. %:

- | | |
|-----------|------|
| 35 неодим | 17,0 |
| диспрозий | 5,0 |
| хром | 1,0 |
| литий | 0,5 |

- II -

5	бор	8,0
	азот	0,1
	кислород	0,65
	водород	0,05
	железо	67,7.

Постоянный магнит изготавливают как указано в примере I.

Магнит имеет следующие характеристики: остаточная индукция 13,1-14,2 кГ, коэрцитивная сила 11,2-12,0 кОе, максимальная магнитная энергия 40,0-42,0 М ГОе. При обработке магнит не имеет сколов, трещин, закруглений кромки, степень покрытия поверхности ржавчиной 9%.

Пример 7

Готовят постоянный магнит следующего состава, в мас. %:

15	неодим	24,0
	тербий	5,0
	вольфрам	1,0
	алюминий	2,0
	бор	5,0
20	азот	0,5
	кислород	0,9
	водород	0,14
	железо	61,46.

Постоянный магнит изготавливают как указано в примере I.

Полученный магнит имеет следующие характеристики: остаточная индукция 12,9-13,9 кГ, коэрцитивная сила 11,0-12,8 кОе, максимальная магнитная энергия 39,0-42,0 М ГОе. При обработке магнит не имеет сколов, трещин, закруглений кромки материала резанием, степень покрытия поверхности ржавчиной 10%.

Пример 8

Готовят постоянный магнит, следующего состава, в мас. %:

35	празеодинм	24,0
	церий	1,5
	никель	1,0
	цирконий	0,5

- I2 -

	бор	7,0
	азот	0,1
	кислород	0,6
	водород	0,2
5	железо	65,1.

Постоянный магнит изготавливают как указано в примере I.

Полученный магнит имеет следующие характеристики: остаточная индукция 13,0-14,0 кГ, коэрцитивная сила

- 10 11,2-12,9 кОе, максимальная магнитная энергия 39,0-43,0 МГ Ое. При обработке материала резанием магнит не имел сколов, трещин, закруглений кромки, степень покрытия поверхности ржавчиной 9%.

Пример 9

- 15 Готовят постоянный магнит следующего состава, в мас. %:

	неодим	21,0
	празеодим	7,5
	марганец	0,5
	титан	0,5
20	бор	6,5
	азот	0,2
	кислород	0,8
	водород	0,5
	железо	62,5.

- 25 Постоянный магнит изготавливают как указано в примере I.

Полученный магнит имеет следующие характеристики: остаточная индукция 13,1-14,1 кГ, коэрцитивная сила 11,3-11,9 кОе, максимальная магнитная энергия 40,0-42,0 МГ Ое. При обработке материала резанием магнит не имеет сколов, трещин, закруглений кромки, степень покрытия поверхности ржавчиной 10%.

Пример 10

Готовят постоянный магнит следующего состава, в мас. %:

35	неодим	25,0
	иттрий	5,0
	тантал	1,0

- 13 -

	литий	1,5
	бор	5,5
	азот	0,15
	кислород	0,6
5	водород	0,25
	железо	61,0.

Постоянный магнит изготавливают как указано в примере I.

Полученный магнит имеет следующие характеристики:
 10 остаточная индукция 13,3-14,6 к Г , коэрцитивная сила 11,4-13,4 кОе , максимальная магнитная энергия 41,0-43,0 М ГОе . При обработке материала резанием магнит не имеет сколов, трещин, закруглений кромки, степень покрытия поверхности ржавчиной 9%.

15 Пример II

Готовят постоянный магнит следующего состава, в мас. %:

	неодим	12,0
	иттербий	3,0
20	кобальт	9,0
	скандий	1,0
	бор	7,0
	азот	0,8
	кислород	1,2
25	водород	0,4
	железо	65,6.

Постоянный магнит изготавливают как указано в примере I.

Полученный магнит имеет следующие характеристики: остаточная индукция 13,4-14,7 к Г , коэрцитивная сила 11,3-13,5 кОе , максимальная магнитная энергия 42,0-44,0 М ГОе . При обработке материала резанием магнит не имеет сколов, трещин, закруглений кромки, степень покрытия ржавчиной 10%.

Пример I2

35 Готовят постоянный магнит следующего состава, в мас. %:

	празеодим	22,0
	лантан	4,0

- 14 -

	германий	0,07
	медь	0,5
	бор	4,0
	азот	0,05
5	кислород	0,5
	водород	0,009
	железо	68,871.

Постоянный магнит изготавливают как указано в примере I.

10 Полученный магнит имеет следующие характеристики:
остаточная индукция 12,9- 14,0 к Г, коэрцитивная сила
11,1-13,0 кОе, максимальная магнитная энергия
39,0-41,0 МГОе.

15 При обработке материала резанием магнит не имеет сколов,
закруглений кромки, степень покрытия поверхности ржав-
чиной 9%.

Пример 13

Готовят постоянный магнит следующего состава, в
мас. %:

20	неодим	31,0
	самарий	2,1
	олово	0,05
	цинк	0,8
	бор	1,8
25	азот	0,018
	кислород	0,06
	водород	0,006
	железо	64,166.

30 Постоянный магнит изготавливают как указано в
примере I.

Полученный магнит имеет следующие характеристики:
остаточная индукция 13,4-14,4 к Г, коэрцитивная сила
11,3-13,2 кОе, максимальная магнитная энергия
40,0-43,0 МГОе.

35 При обработке материала резанием магнит не имеет сколов,
закруглений кромки, степень покрытия поверхности ржавчиной
10%.

- 15 -

Пример I4

Готовят постоянный магнит следующего состава,
в мас. %:

5	празеодим	38,0
	иттрий	1,5
	гадолиний	0,5
	ниобий	1,5
	бор	1,9
10	азот	0,014
	кислород	0,05
	водород	0,004
	железо	56,532.

Постоянный магнит изготавливают как указано в
примере I.

- 15 Полученный магнит имеет следующие характеристики:
остаточная индукция 13,1-14,2 кГ, коэрцитивная сила
11,4-13,0 кОе, максимальная магнитная энергия
41,0-42,0 М ГОе. При обработке материала резанием магнит
не имеет сколов, закруглений кромки, степень покрытия
20 поверхности ржавчиной 9%.

Пример I5

Готовят постоянный магнит следующего состава, в
мас. %:

25	неодим	37,0
	молибден	3,0
	свинец	0,01
	бор	10,0
	азот	0,003
30	кислород	0,3
	водород	0,007
	железо	49,680.

Постоянный магнит изготавливают как указано в приме-
ре I.

- 35 Полученный магнит имеет следующие характеристики:
остаточная индукция 12,9-14,1 к Г, коэрцитивная сила
11,2-13,1 кОе, максимальная магнитная энергия 40,0-42,0 МГОе.
При обработке материала резанием магнит не имеет сколов,

- 16 -

закруглений кромки, степень покрытия поверхности ржавчиной 10%.

Пример 16

Готовят постоянный магнит следующего состава, в

5 мас. %:

	празеодим	27,0
	кремний	2,0
	иридий	1,2
	серебро	0,1
10	бор	2,1
	азот	0,012
	кислород	0,02
	водород	0,01
	железо	67,558.

15 Постоянный магнит изготавливают как указано в примере 1.

Полученный магнит имеет следующие характеристики: остаточная индукция 13,2-14,5 к Г, коэрцитивная сила 11,3-13,4 кОе, максимальная магнитная энергия

20 41,0-43,0 М ГОе.

При обработке материала резанием магнит не имеет сколов, закруглений кромки, степень покрытия поверхности ржавчиной 9%.

Пример 17

25 Готовят постоянный магнит следующего состава, в мас. %:

	неодим	40,0
	технеций	0,8
	гафний	0,4
30	осмий	0,2
	бор	2,5
	азот	0,01
	кислород	0,08
	водород	0,011
35	железо	55,999.

Постоянный магнит изготавливают как указано в примере 1.

- 17 -

Полученный магнит имеет следующие характеристики:
остаточная индукция 13,3-14,4 к Г, коэрцитивная сила
11,5-13,6 кОе, максимальная магнитная энергия 40,0-42,0 МГОе.
При обработке материала резанием магнит не имеет сколов,
5 закруглений кромки, степень покрытия поверхности ржав-
чиной 10%.

Промышленная применимость

Предлагаемые постоянные магниты имеют практически не-
ограниченное применение. Они обладают высокими потреби-
10 тельскими качествами, а именно имеют высокие параметры,
характеризующие магнитное поле (магнитная энергия, коэр-
цитивная сила, остаточная индукция). Кроме того, предлагае-
мые магниты позволяют снизить вес приборов, уменьшить
их габариты, из них можно изготавливать изделия заданной
15 формы и размеров вплоть до долей миллиметра.

- 18 -

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

5 I. Постоянный магнит, содержащий по меньшей мере один из редкоземельных металлов, включая иттрий, а также бор, азот, кислород и железо, характеризую- щийся тем, что он содержит также водород при следую- щем соотношении компонентов, в мас. %:

	редкоземельный металл, включая	
	иттрий	8,0-42,0
	бор	0,7-10,0
10	азот	0,003-5,0
	кислород	0,01-2,0
	водород	0,001-1,0
	железо	остальное .

15 2. Постоянный магнит по п.1, характеризую- щийся тем, что он дополнительно содержит по мень- шей мере один из металлов III группы, IV группы и d -элемен- тов в количестве не более 20,0 мас. % от количества железа.

20 3. Постоянный магнит по п.п.1,2, характе- ризующийся тем, что он дополнительно содержит ли- тий в количестве 0,2-20,0 мас. % от содержания бора.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU92/00065

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl.⁵ : H01F 1/053, C22C 38/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl.⁵ H01F 1/04-H01F 1/053, C22C 38/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP, A1, 0134304 (SUMITOMO SPECIAL METALS CO., LTD), 20 March 1985 (20.03.85), the abstract ---	1,2
A	EP, A1, 0369097 (ASAHI RASEI KOGYO KABUSHIKI KAISHA), 23 May 1990 (23.05.90), the abstract ---	1,2
A	EP, A2, 0417733 (ASAHI KASEI KOGYO KABUSHIKI KAISHA), 20 March 1991 (20.03.91), the abstract ---	1
A	US, A, 4921553 (MASATOKI TOKUNGA et al.), 1 May 1990 (01.05.90), the abstract ---	1,2
A	DE, A1, 3103706 (SUMITOMO SPECIAL METALS CO., LTD), 19 November 1981 (19.11.81), the abstract -----	1,2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
3 November 1992 (03.11.92)

Date of mailing of the international search report
25 December 1992 (23.12.92)

Name and mailing address of the ISA/

ISA/RU

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

PERMANENT MAGNET

A permanent magnet comprises at least one of the rare-earth metals including yttrium, as well as boron, nitrogen, oxygen and iron. The magnet further comprises hydrogen. The ratio of the components in percent by weight is the following:

rare-earth metal	
including yttrium	8.0-42.0
boron	0.7-10.0
nitrogen	0.003-5.0
oxygen	0.01-2.0
hydrogen	0.001-1.0
iron	the balance

The magnet further comprises at least one of the metals of groups III, IV, and d-elements at a quantity of no more than 20.0% by weight of the content of iron and may contain lithium at 0.2-20.0% by weight of the content of boron.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка No.
PCT/RU 92/00065

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ

H01F 1/053, C22C 38/00

Согласно Международной патентной классификации (МКИ-5)

Б. ОБЛАСТИ ПОИСКА

Проверенный минимум документации (Система классификации и индекс): МКИ-5

H01F 1/04 - H01F 1/053, C22C 38/00

Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если возможно, поисковые термины):

С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту No.
A	EP, A1, 0134304 (SUMITOMO SPECIAL METALS CO., LTD), 20 марта 1985 (20.03.85), реферат	1, 2
A	EP, A1, 0369097 (ASANI RASEI KOGYO KABUSHIKI KAISHA), 23 мая 1990 (23.05.90)	1, 2

☒ последующие документы указаны в продолжении графы С ☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении


У. Особые категории ссылочных документов:

"А" документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным	"Т" более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или даты приоритета и не порочащий заявку, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение.
"Е" более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее.	"Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной и изобретательским уровнем в сравнении с документом, взятым в отдельности
"L" документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводит к цели установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано).	"У" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска и порочащий изобретательский уровень заявленного изобретения в очевидном для лица, обладающего познаниями в данной области техники, сочетании с одним или несколькими документами той же категории
"O" документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.	
"P" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета.	
"&" документ, являющийся патентом-аналогом	

Дата действительного завершения международного поиска
03 ноября 1992 (03.11.92)

Дата отправки настоящего отчета о международном поиске
25 декабря 1992 (25.12.92)

Наименование и адрес Международного поискового органа:
Научно-исследовательский институт государственной патентной экспертизы, Россия, 121858 Москва, Бородавковская наб. 30-1
Тел. (095) 240-58-58, факс (095) 243-33-37, телетайп 114815 ПОДАЧА

Подпись уполномоченного лица:
 Б. Казанов

Форма PCT/ISA/210 (второй лист) (июль 1992)

С. (Продолжение) ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория *)	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту No.
A	реферат EP, A2, 0417733 (ASAHI KASEI KOGYO KABUSHIKI KAISHA), 20 марта 1991 (20.03.91), реферат	1
A	US, A, 4921553 (MASATOKI TOKUNAGA и др.) 01 мая 1990 (01.05.90), реферат	1, 2
A	DE, A1, 3103706 (SUMITOMO SPECIAL METALS CO., LTD), 19 ноября 1981 (19.11.81), реферат	1, 2

Графа III. ТЕКСТ РЕФЕРАТА (Продолжение пункта 5 первого листа)

ПОСТОЯННЫЙ МАГНИТ

Постоянный магнит содержит, по меньшей мере, один из редкоземельных металлов, включая иттрий, а также бор, азот, кислород и железо. Магнит содержит также водород. Соотношение компонентов следующее в мас. %:

редкоземельный металл,	
включая иттрий	8,0-42,0
бор	0,7-10,0
азот	0,003-5,0
кислород	0,01-2,0
водород	0,001-1,0
железо	остальное.

Кроме того, он дополнительно содержит, по меньшей мере, один из металлов III группы, IV группы и d-элементов в количестве не более 20,0% масс. от количества железа и может содержать литий 0,2-20,0% масс. от содержания бора.